

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ РЕМОНТОВАНОГО ТА ВСТАНОВЛЕНОГО ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ МЕТОДОМ Н-РОЗПОДІЛУ

Синчук О.Н., д.т.н., проф., Лосіна К.І., асп.

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна

E-mail: seem@kdu.edu.ua

Розглянуті питання проблеми різноманітності типорозмірів електроустаткування на промисловому підприємстві електротранспорту. Запропоновано використання канонічного розкладання Н-розподілу для оптимізації співвідношення між кількістю встановленого електроустаткування та кількістю його типорозмірів з метою зниження витрат на електроремонт та підвищення продуктивності праці електроремонтного персоналу.

Ключові слова: електроустаткування електротранспорту, Н-розподіл.

Вступ. Потік різноманітного електроустаткування (ЕУ), що поступає на промислове підприємство електротранспорту, формується під дією двох альтернативних тенденцій. Практично можна вважати, що умови експлуатації і виробничі функції будь-якої пари виробів спорідненого ЕУ, встановленого на промисловому підприємстві, завжди мають відмінності. Це сприяє збільшенню різноманітності типорозмірів ЕУ.

Системи керування тролейбусом у даний час експлуатуються у двох варіантах: релейно-контакторні та напівпровідникові безконтактні.

На Кременчуцькому колективному підприємстві «Кременчуцьке тролейбусне управління» (КТУ) в експлуатації знаходяться тролейбуси, обладнані як системою реостатно-контакторного керування, так і безконтактною системою на керованих транзисторах IGBT.

Рухомий склад КТУ включає наступні тролейбуси:

- тролейбуси ЗИУ 628 – 37 шт;
- тролейбуси інших типів - 3 шт.

Бажання експлуатаційних і ремонтних служб мати однорідне ЕУ знижує різноманітність типорозмірів. Ці тенденції виражаються в двох явищах: «розсіяння» сімейства ЕУ за різними типорозмірами та протилежного йому явища «концентрації» в одному типорозмірі. Між цими двома альтернативними формами існують перехідні, які всі разом утворюють Н-розподіл [1], характерний для безлічі типів електроустаткування електромеханічних ценозів.

Мета дослідження. Використання канонічного розкладання Н-розподілу для оптимізації співвідношення між кількістю встановленого ЕУ та

кількістю його типорозмірів з метою підвищення ефективності електроремонту.

Матеріал та результати дослідження. Емпіричні Н-розподіли (розподіли встановленого ЕУ на промисловому підприємстві, вибірки ЕУ, яке потрапляє в електроремонтне виробництво) більшою чи меншою мірою страждають недостатньою достовірністю, що визначається якістю обліку типорозмірів. Для дослідження механізму утворення Н-розподілу було запропоновано [2] канонічне розкладання цілого позитивного числа $a=n!$ на прості співмножники:

$$a = p_1^{a_1} p_2^{a_2} \dots p_k^{a_k} \dots p_s^{a_s} \quad (1)$$

де $p_{k-1} < p_k$ – прості числа; $p_1=2, p_2=3, \dots, p_s \leq n$. Усього видів простих чисел $s = (n)$, p_s – найбільше просте число. Показники ступеня $a_k \leq a_{k-1}$ визначають число простих співмножників p_k розкладання чисел натурального ряду від 2 до n . Розподіл $\{a_k\}$ є ранговий розподіл $k=\overline{1,s}$ – ранг числа a_k . Видова форма розподілу $\{a_k\}$ задовольняє аксіомам Н-розподілу [1]. Канонічне розкладання (1) доступне будь-якому дослідникові як інструмент для вивчення властивостей Н-розподілу, оскільки його об'єктами є прості співмножники. Використовуємо його для оптимізації співвідношення між кількістю встановленого ЕУ на промисловому підприємстві та кількістю його типорозмірів.

Розмір системного простору для канонічного розкладання (1) визначається як об'єм (кожного рівня) поверху, строго рівний загальній кількості чисел натурального ряду, що підлягають розбиттю на прості співмножники. Огинаюча розподіли для неоднорідних (типів) каст описується залежністю для безперервного аналога:

$$\Omega(x) = (R/x)^{1+a}, \quad (2)$$

де $x \in [1, R]$ - чисельність популяції для однорідних каст.

$$Z(x) = R^2/x, \quad (3)$$

де $x \in [1, R]$ - об'єм елемента однорідної касті.

Для канонічного розкладання (1) дискретний аналог аргументу $x_{j=pk} - 1$, де $p_k \leq \sqrt{n-1}$ - прості числа. Доведена теорема про ступінь заповнення об'єму поверху, заселеного елементами однорідної касті (існує кількісний критерій оцінювання величини (3) при переході до дискретних значень). Аксиома 4 з [1] визначає огинаючу розподілу видів (2). Розглянемо перехід від огинаючої розподілу власне до розподілу. Представимо його у вигляді безперервного аналога:

$$q(x) = R^{1+a} / x^{1+u}, \quad (4)$$

де $r < a$.

Усі емпіричні розподіли дискретні. У канонічному розкладанні одноразово зустрічаються співмножники p_k , що задовольняють нерівності, їх всього $W(1) = p(n) - p(n/2)$; двічі - їх всього $W(2) = p(n/2) - p(n/3)$; зустрічаються i разів співмножники $W(i) = p(n/(i+1)) - p(n/i)$.

Розподіл $W(i)$ - дискретний аналог розподілу (4). Дискретний і безперервний аналоги можна зв'язати відношенням:

$$\int_{i=N(j)}^{\infty} q(x) dx = \sum_{i=N(j)}^{N(1)} W(i) - \Delta, \quad (5)$$

де $i=N(j)$ - чисельність популяції;

j - цілочисельні значення;

$N(1)$ - чисельність найчисленнішої популяції;

j - ранговий номер вигляду.

Нижню межу інтеграції в (5) більш коректно вибрати за $Z(x)$ з (3), де $i=N(j)=\lfloor Z(j) \rfloor$ - ціла частина числа $Z(j)$; j - площа під кривою $q(x)$. Параметр $\Delta < 1$ визначає «місцерозташування» популяції на осі абсцис (значення $N(j)$). Якщо $\Delta < 1$, то $N(j)=Z(j)$, у загальному випадку для аргументу x функції $Z(x)$ можна записати, де $j=\lfloor x \rfloor$ - ціла частина числа x .

$$\int_Z^{\infty} R^{1+a} dx / x^{1+r} = R^{1+a} / r Z^r, \quad (6)$$

що дозволяє отримати залежність:

$$W_0 / r = s,$$

де $W(1) = W_0 / 1,5^{1+r}$.

Приймається площа рівною $\int_i^2 q(x) dx = W(1)$,

значення $i=1,5$ можна знайти з наближеної рівності цієї площі та площі трапеції з висотою, рівною 1, і середньою лінією трапеції довжиною $W(1)$. Насправді $q(x)$ опукла вниз і, за даними таблиці, $i=1,42$ (з рівності $W(1)/s = r/i^{1+r}$).

У таблиці: u - число елементів системи; u/s - повторюваність вигляду (середня чисельність популяції). Значення ρ , $\min \rho$, $\max \rho$, a , $W(1)/s$ дані в тисячних долях.

Таким чином, (4) зв'язує чисельність однорідних і неоднорідних каст, тоді огинаючи (2) і (3) у них відмінні один від одного.

Модель (2) двохпараметрична. У (4) приведено три параметри. Отримаємо теоретичну залежність $a = a(R, \rho)$. За даними таблиці, зразкова емпірична рівність $a \approx W(1)/s$ виконується у великому динамічному діапазоні зміни R . Показник ступеня ρ відрізняється стійкістю, в таблиці приведені його значення разом з оцінками $\min \rho$ і $\max \rho$, що отримуються з (5) шляхом перебору значень:

$$i=N(j) \text{ для } j = \overline{k, 2},$$

де k - останній номер у скрізній нумерації каст.

Таким чином, аксіоми Н-розподілу дають залежності (2) і (3), що розрізняються, для огинаючої розподілу. Власне Н-розподіл (4) у записі

$$q(x) = W_0(R, r) / x^{1+r}$$

може бути застосовно для всієї області існування $x \in [1, \infty]$.

Для двохпараметричного опису $q(x)$ необхідно теоретично визначити залежність $W_0(R, r)$. Емпіричні оцінки параметрів $W_0(R, r)$ і ρ отримані для канонічного розкладання і приведені в табл. 1.

Для оптимізації співвідношення між кількістю встановленого електромеханічного устаткування (ЕУ) і кількістю його типорозмірів в табл. 1 наведені узагальнювальні характеристики Н-розподілу, що генерується з канонічного розкладання (1).

Модель розподілу простих співмножників в розкладанні чисел натурального ряду може бути використана для оцінки оптимальності побудови структури безлічі встановленого ЕУ з погляду витрат на електроремонт. Прийемо як робочу гіпотезу, що канонічне розкладання породжує оптимальний Н-розподіл.

Сумарна трудомісткість електроремонту, наприклад, електричних схем керування тролейбусом, залежить від структури:

$$T_{\Sigma} = T_{CP} \sum_{i=1}^k i^{1-b}$$

$$W(i) = T_{CP} R^{1+a} \sum_{i=1}^k i^{-b-r}, \quad (7)$$

де T_{CP} – трудомісткість обслуговування схеми управління середньої складності з урахуванням процентного змісту електричних схем управління різної категорії складності, чол год;

β – коефіцієнт, що характеризує інтенсивність технологічного процесу ремонту, тобто що характеризує зниження трудомісткості кожної ремонтної наступної однакової електричної схеми керування. Експертно визначено, що для

електроремонтних цехів промислових підприємств $b=0,05-0,15$.

На основі узагальнених характеристик Н-розподілу канонічного розкладання може бути побудована оптимальна структура будь-якого емпіричного розподілу ремонтного й встановленого електроустаткування (табл. 1) для заданого числа елементів ценосу u та оцінена сумарна трудомісткість обслуговування T^o_{Σ} .

Різницю $\Delta T = T_{\Sigma} - T^o_{\Sigma}$ дасть трудомісткість віртуальної касти, яка і визначає відхилення від оптимальної трудомісткості обслуговування елементів ценосу. Змінюючи структуру, відповідно можна отримати кількісну оцінку ефекту від заходів щодо уніфікації встановленого ЕУ (номограми для розрахунків) [3].

Таблиця 1 – Узагальнюючі характеристики Н-розподілу канонічного розкладання

Число n	R	s	u	$W(I)$	$N(I)$	∂o	ρ	min z	max z	α	$W0$	WI/s	u/s
101	10	26	240	11	97	11	793	723	863	301	22	423	9,2
401	20	79	1086	33	397	21	780	743	846	372	40	418	13,7
901	30	154	2578	67	896	31	823	757	842	422	129	435	16,7
1601	40	252	4728	113	1597	39	858	766	858	457	212	448	18,8
2501	50	367	7551	163	2495	47	847	771	850	466	309	444	20,6
3601	60	503	11054	225	3596	57	855	776	857	481	424	447	22,0
4901	70	654	15247	291	4895	63	849	778	856	487	551	445	23,3
6401	80	834	20127	382	6397	70	883	783	883	506	705	458	24,1
8101	90	1019	25705	461	8092	82	868	785	868	508	862	452	25,2
10001	100	1229	31987	560	9995	87	877	787	877	516	1040	456	26,0
12101	110	1448	38970	659	12093	97	875	789	875	520	1226	455	26,9
14401	120	1687	46666	768	14396	105	876	791	876	542	1430	455	27,7
16901	130	1949	55070	862	16897	113	882	792	882	530	1654	458	28,3
19601	140	2223	64177	1015	19595	121	879	794	882	533	1887	457	28,9
22501	150	2516	74008	1157	22491	128	888	796	888	593	2138	460	29,4
25601	160	2819	84556	1293	25597	140	885	797	887	541	2396	459	30,0
28901	170	3146	95818	1451	28893	144	892	798	892	546	2677	461	30,5
32401	180	3477	107805	1594	32392	154	884	799	886	546	2958	458	31,0
36101	190	3834	120515	1765	36095	160	889	800	891	550	3266	460	31,4
40001	200	4203	133947	1941	39995	167	893	801	893	553	3580	462	31,9

Висновки. Розподіл простих співмножників в розкладанні числа $n!$ дозволяє застосувати модель Н-розподілу для порівняння двох ценозів різного об'єму за відхиленням від оптимальної структури з метою ефективності електроремонту.

За (7) розраховується сумарна трудомісткість обслуговування елементів структури першого ценозу, за u_i і n_i визначається його канонічний аналог Н-розподілу і оцінюється відносна трудомісткість обслуговування електроремонту віртуальної касти, де n_i з (1) – останнє число натурального ряду.

Аналогічно розраховується для другого ценозу. Зменшення відносної трудомісткості віртуальної касти веде до зниження витрат на електроремонт, підвищенню продуктивності праці електроремонтного персоналу, що визначається резервом, прихованим у структурі безлічі встановленого ЕУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кудрин Б. И. Введение в технетику / Б. И. Кудрин. - Томск: Изд-во Томского государственного университета, 1993. – 552 с.

2. Фуфаев В. В., Примоленный В. Е. Исследование структуры множества электромонтажных работ. В кн.: Молодежь и научно-технический прогресс / В. В. Фуфаев, В. Е. Примоленный. - Красноярск, 1989. – С. 130.

3. Кудрин Б. И. Моделирование структуры множества изделий, образующих электрические ценозы / Б. И. Кудрин, А. Е. Якимов // Межвуз. сб. тр. №37. М.: МЭИ, 1984. – С. 34-39.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РЕМОНТИРУЕМОГО И УСТАНОВЛЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ H-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Синчук О.Н., д.т.н., проф., Лосина Е.И., асп.

Кременчуцкий национальный университет имени Михаила Остроградского

ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина

E-mail: seem@kdu.edu.ua

Рассмотрены вопросы проблемы разнообразия типоразмеров электрооборудования на промышленном предприятии электротранспорта. Предложено использование канонического разложения H-распределения для оптимизации соотношения между количеством установленного электрооборудования и количеством его типоразмеров с целью снижения расходов на электроремонт и повышение производительности труда электроремонтного персонала.

Ключевые слова: электрооборудование электротранспорта, H-распределения.

DESIGN OF STRUCTURE OF THE REPAIRED AND SET ELECTRICAL EQUIPMENT OF H-DISTRIBUTING METHOD

Sinchyk O.N., Doc. Sc. (Tech.), Prof., Losina K.I., post-grad.

Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine

E-mail: seem@kdu.edu.ua

The questions of problem of variety of dimension type of electrical equipment on the industrial enterprise of elektro transport are considered. The use of canonical decomposition of H-distributing is offered for optimization of correlation between the amount of the set electrical equipment and amount of his dimension type with the purpose of cutting of costs on electro-repair and increase of the labour of elektromending personnel productivity.

Key words: electrical equipment of elektrotransport, H-distributing.